

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

17w

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Junichi HASEGAWA et al.

GAU: 2874

SERIAL NO: 10/645,542

EXAMINER:

FILED: August 22, 2003

FOR: OPTICAL MODULE



REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY  
JAPAN

APPLICATION NUMBER  
2002-243892

MONTH/DAY/YEAR  
August 23, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073

Joseph A. Scafetta, Jr.  
Registration No. 26, 803

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

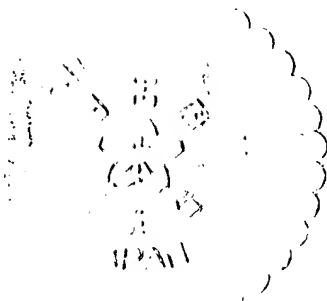
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年    8 月 2 3 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 2 4 3 8 9 2  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 2 4 3 8 9 2 ]

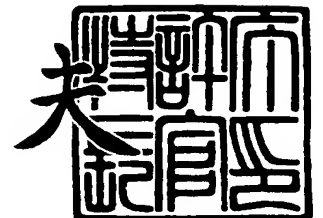
出      願      人                      古 河 電 気 工 業 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年    8 月 2 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A20217

【提出日】 平成14年 8月23日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/12

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

    【氏名】 長谷川 淳一

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号 古河電気工業株式会社内

    【氏名】 斎藤 恒聡

【特許出願人】

    【識別番号】 000005290

    【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100093894

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 五十嵐 清

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 000480

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9108379

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 平面光導波路チップと、該平面光導波路チップに接続される光ファイバアレイとを有し、前記平面光導波路チップは光導波路の回路を備えた導波路形成領域を基板上に形成して成り、前記平面光導波路チップの少なくとも一端側には複数の上板が平面光導波路チップ端面に沿って導波路形成領域上に配置され、該導波路形成領域上に前記上板が接着固定されており、前記平面光導波路チップ端面と前記上板の端面が一体的に研磨されていることを特徴とする光モジュール。

【請求項 2】 上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている導波路形成領域上に設けられていることを特徴とする請求項 1 記載の光モジュール。

【請求項 3】 上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続されない導波路形成領域上に設けられていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の光モジュール。

【請求項 4】 上板は四角形状の平面光導波路チップの 4 つの角部にそれぞれ設けられていることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 または請求項 3 記載の光モジュール。

【請求項 5】 光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一つに記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信システム等に用いられる光モジュールに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【背景技術】

光通信において、光の分岐や光スイッチ、波長合分波等の機能を持つ光部品が広く用いられている。光部品は様々な形状に形成されているが、中でも光導波路の回路

を備えた導波路形成領域を基板上に形成した平面光導波路チップは、その集積性、量産性から実用化されている。

#### 【0 0 0 3】

平面光導波路チップの基板は、一般に、シリコンや石英等が用いられており、基板上に形成された導波路形成領域は、一般に、石英系の材料等により形成されている。

#### 【0 0 0 4】

図 8、図 9 は、それぞれ、平面光導波路チップ 1 の例を示す図であり、これらの平面光導波路チップ 1 は、光導波路の回路を備えた導波路形成領域 1 0 をシリコンの基板 1 1 上に形成して成る。

#### 【0 0 0 5】

図 8 は、光導波路の回路として、 $1 \times 8$  光分岐導波路回路を形成した平面光導波路チップの構成例を示すものである。図 9 は、光導波路の回路としてアレイ導波路回折格子の回路を形成した平面光導波路チップの構成例を示す。アレイ導波路回折格子は、波長多重通信用として用いられており、その回路構成も様々なものが提案されている。

#### 【0 0 0 6】

図 8 に示すように、 $1 \times 8$  光分岐導波路回路は 1 本の光入力導波路 1 2 と 8 本の光出力導波路 1 6 とを有しており、光入力導波路 1 2 と光出力導波路 1 6 との間に複数の分岐部 3 7 を有している。

#### 【0 0 0 7】

また、図 9 に示すように、アレイ導波路回折格子の回路は、少なくとも 1 本の光入力導波路 1 2 と、該光入力導波路 1 2 の出力端に接続された第 1 のスラブ導波路 1 3 と、該第 1 のスラブ導波路 1 3 の出力端に接続されたアレイ導波路 1 4 と、該アレイ導波路 1 4 の出力端に接続された第 2 のスラブ導波路 1 5 と、該第 2 のスラブ導波路 1 5 の出力端に接続されて複数並設された光出力導波路 1 6 を有している。

#### 【0 0 0 8】

前記アレイ導波路 1 4 は、第 1 のスラブ導波路 1 3 から導出された光を伝搬す

るものであり、複数のチャンネル導波路 14 a を並設して形成されており、隣り合うチャンネル導波路 14 a の長さは互いに設定量 ( $\Delta L$ ) 異なっている。

#### 【0009】

なお、アレイ導波路 14 を構成するチャンネル導波路 14 a は、通常、例えば 100 本といったように多数設けられる。また、光出力導波路 16 は、例えばアレイ導波路回折格子によって分波あるいは合波される互いに異なる波長の信号光の数に対応させて設けられる。ただし、図 9 においては、図の簡略化のために、これらのチャンネル導波路 14 a、光出力導波路 16 および光入力導波路 12 の各々の本数を簡略的に示してある。

#### 【0010】

アレイ導波路回折格子の回路において、例えば図 9 に示すように、1 本の光入力導波路 12 に波長多重光が導入されると、この波長多重光は光入力導波路 12 を通って第 1 のスラブ導波路 13 に導入され、その回折効果によって広がってアレイ導波路 14 に入力し、アレイ導波路 14 を伝搬する。

#### 【0011】

このアレイ導波路 14 を伝搬した光は、第 2 のスラブ導波路 15 に達し、さらに、光出力導波路 16 に集光されて出力されるが、アレイ導波路 14 の全てのチャンネル導波路 14 a の長さが互いに異なることから、アレイ導波路 14 を伝搬した後に個々の光の位相にずれが生じ、このずれ量に応じて集束光の波面が傾き、この傾き角度により集光する位置が決まる。したがって、異なる光出力導波路 16 から、それぞれ異なる波長の光を出力することができる。

#### 【0012】

例えば図 10 に示すように、上記アレイ導波路回折格子の回路や光分岐導波路回路を備えた平面光導波路チップ 1 は、パッケージ 2 内に収容され、光モジュールとして用いられる。なお、本明細書において、光モジュールは、平面光導波路チップに光ファイバを接続してパッケージに収容されているものを言う。

#### 【0013】

図 10 の (a) は光モジュールの斜視図、図 10 の (b) は光モジュールをその上部から内部を透かして見た図、図 10 の (c) は図 10 の (b) の A-A 断

面図である。

#### 【0014】

図10に示す光モジュールは、平面光導波路チップ1の一端側に接続された光ファイバ3(3a)と、平面光導波路チップ1の他端側に接続された光ファイバ3(3b)とを有している。これらの光ファイバ3は、それぞれ、一端側が平面光導波路チップ1に接続され、他端側がパッケージ2からパッケージ外部に引き出されている。光ファイバ3は、接着剤23によりパッケージ2に固定されている。

#### 【0015】

光ファイバ3a, 3bは、それぞれ、例えば複数の光ファイバを並列配設して成る光ファイバテープにより形成されており、光ファイバテープの接続端面には光ファイバアレイ21が設けられている。光ファイバ3a, 3bと平面光導波路チップ1との接続、すなわち、光ファイバアレイ21と平面光導波路チップ1との接続は接着剤を用いた接着剤固定により行なわれている。

#### 【0016】

また、平面光導波路チップ1の接続端面には石英等により形成された上板20が接着剤等により貼り付けられ、平面光導波路チップ1と光ファイバ3a, 3bのそれぞれの端部の光ファイバアレイ21との接続をより安定なものとしている。上板20は、平面光導波路チップ1の端面幅(図10の(b)のW)とほぼ同じ長さを有している。

#### 【0017】

パッケージ2はパッケージ本体2aと蓋部2bを有している。パッケージ2は、主に、アルミニウムやステンレス等の金属やプラスチックにより形成されており、パッケージ2内に平面光導波路チップ1および平面光導波路チップ1と光ファイバ3(3a, 3b)との接続部を収容することにより、これらを保護している。

#### 【0018】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、アレイ導波路回折格子等の平面光導波回路を有する平面光導波路チ



ップ1は、一般に、基板11を形成するシリコンと導波路形成領域10を形成する石英の線膨張係数の違いから、若干の反りが生じる。

#### 【0019】

石英の線膨張係数はシリコンの線膨張係数より大きいため、平面光導波路チップ1は例えば図11に示すように、導波路形成領域10側が凸となるような形状に反る。なお、図11は、説明をわかりやすくするために、平面光導波路チップ1の反り量を誇張して示している。

#### 【0020】

このため、平面光導波路チップ1の端面に、反りが無い、あるいは反りが少ない上板20を貼り付けると、図12に示すように、平面光導波路チップ1と上板20とを接着する接着剤17が不均一に設けられる場合がある。

#### 【0021】

例えば、図13に示すように、アレイ導波路回折格子の回路を有する平面光導波路チップ1に、平面光導波路チップ1の幅Wとほぼ同じ長さ（ここでは28mm）の上板20を設ける場合について述べる。

#### 【0022】

この場合、図13のA、B、Cの位置に対応させて上板20と平面光導波路チップ1の反り量を示すと、上板20の反り量は、図14の（a）に示す反り量となるのに対し、平面光導波路チップ1の反り量は図14の（b）に示す反り量となり、互いの反り量が大きく異なる。

#### 【0023】

なお、図13は、平面光導波路チップ1と上板20に反りが無い状態を示しているが、平面光導波路チップ1と上板20は、例えば図12に示したように、互いに同じ方向（上に凸）に反る。ただし、図14の（a）、（b）に示す測定データは、その測定方向の違いから、平面光導波路チップ1と上板20の反りを示す曲線の態様が互いに反対方向に示される。

#### 【0024】

つまり、上板20の反り量は、図13の①のように、上板20の上側に設けた検出部によって反りを測定するため、上板20が上に凸に反ると、図14の（a

）に示すように上に凸の曲線が得られる。一方、平面光導波路チップ1の反り量は、図13の②のように、平面光導波路チップ1の下側に設けた検出部によって反りを測定するため、平面光導波路チップ1が上に凸に反ると、図14の（b）に示すように下に凸の曲線が得られる。

#### 【0025】

これらのデータに示すように、平面光導波路チップ1と上板20の反り量が大きく異なると、平面光導波路チップ1と上板20との間に設けられる接着剤17の厚みが場所により大きく異なることになる。接着剤17の厚みは、平面光導波路チップ1と上板20の接合部の中央側において小さく、端部側において大きくなる。

#### 【0026】

そして、平面光導波路チップ1と上板20の反りが、図14の（a）、（b）に示した反りである場合、平面光導波路チップ1と上板20の端部には、最大で6  $\mu$ m程度の接着剤17の層が形成されることになる。

#### 【0027】

上記のように、接着剤17の層の厚みが大きいと、例えば光モジュールの使用環境温度の変化に対して接着剤17が大きく伸縮し、光モジュールの挿入損失が温度によって変化する。

#### 【0028】

例えば、図15には、上記アレイ導波路回折格子の回路を有する平面光導波路チップ1に、平面光導波路チップ1の幅Wとほぼ同じ長さの上板20を接着剤17により接合し、平面光導波路チップ1の端面に光ファイバアレイを接続してパッケージ化した光モジュールの挿入損失変動測定値が示されている。

#### 【0029】

なお、図15の特性線a～fは、アレイ導波路回折格子の回路において、光出力導波路16の出力部に上側から順にポート番号を付し（つまり、図9の矢印Sの方向に順に番号を付していき）、ポート番号8から出力される光の挿入損失を特性線aに示し、順に、ポート番号16, 24, 32, 40, 48から出力される光の挿入損失を、それぞれ、特性線b, c, d, e, fにより示している。

## 【 0 0 3 0 】

図 1 5 の特性線 a ～ f から明らかなように、上記光モジュールの挿入損失は、環境温度を 2 0 ℃ → 7 0 ℃ → 0 ℃ → 2 0 ℃ と変化させると大きく変動しており、また、アレイ導波路回折格子の光出力ポートによって、挿入損失変動にばらつきがある。

## 【 0 0 3 1 】

また、ポート番号が大きくなるにつれて、挿入損失変動が大きい傾向にある。これは、ポート番号が大きくなるにつれて接着剤 1 7 の層が厚くなっていくことに対応していると考えられる。つまり、接着剤 1 7 の層が厚くなると、接着剤 1 7 が温度によって伸縮し、軸ずれが生じて挿入損失変動が大きくなったと考えられる。

## 【 0 0 3 2 】

また、上記のような平面光導波路チップの反りを考慮して、反りが存在している条件下で光透過中心波長が設定波長となるようにアレイ導波路回折格子の回路を設定した場合、チップ端面の長さと同等の長さの上板 2 0 を貼り付けることによって、平面光導波路チップの反りが矯正されると、光導波路の屈折率が変化し、光透過中心波長が設定波長からずれてしまうこともあった。

## 【 0 0 3 3 】

そこで、例えば図 1 6 に示すように、上板 2 0 を、平面光導波回路の光入力導波路 1 2 や光出力導波路 1 6 の上を覆うだけの長さに形成することが考えられるが、この場合、上板 2 0 が平面光導波路チップ 1 の端面において、その一端部（図 1 6 においては C で示す部位）にのみ設けられることになるので、以下に示すように、平面光導波路チップ 1 の端面研磨時に問題が生じる可能性が高い。

## 【 0 0 3 4 】

つまり、平面光導波路チップ 1 の一端側は、例えば図 1 7 の（a）、（b）に示すように、上板 2 0 を接着固定した状態で、平面光導波路チップ 1 の端面研磨時に適用されるチップ保持具 2 5 の基準面 2 8 と、チップ固定用板 2 7 とにより上下から挟んで固定され、上板 2 0 と共に端面研磨される。

## 【 0 0 3 5 】

なお、図 17 の (a) は、図 13 に示す態様で平面光導波路チップ 1 上に上板 20 が設けられている例において、チップ保持具 25 に保持された平面光導波路チップ 1 を示す平面図であり、図 17 の (b) は図 17 の (a) の A-A 断面図である。図中、26 は固定用のねじである。

#### 【0036】

この際、図 16 に示したように、上板 20 が平面光導波路チップ 1 の端面の一端部にのみ設けられていると、図 17 の (c) に示すように、平面光導波路チップ 1 がチップ固定用板 27 に片当たりしてしまい、平面光導波路チップ 1 に均一に荷重を加えられず、安定して押さえられない。なお、図 17 の (c) は、平面光導波路チップ 1 の端面の一端部に上板 20 を設けてチップ保持具 25 に保持した状態を、図 17 の (b) と同様に断面で切断した断面図により示している。

#### 【0037】

そのため、平面光導波路チップ 1 に振動が生じて平面光導波路チップ 1 の端面が欠けてしまうことがあり、場合によっては、平面光導波路チップ 1 が割れてしまうこともあった。

#### 【0038】

そうすると、平面光導波路チップ 1 を製品化できないため、光モジュールの歩留まりが低くなってしまう。

#### 【0039】

本発明は上記従来の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、光モジュール製造における歩留まりが高く、かつ、温度による挿入損失変動が小さく、信頼性が高い光モジュールを提供することにある。

#### 【0040】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、第 1 の発明は、平面光導波路チップと、該平面光導波路チップに接続される光ファイバアレイとを有し、前記平面光導波路チップは光導波路の回路を備えた導波路形成領域をシリコン基板上に形成して成り、前記平面光導波路チップの少なくとも一端側には複数の上板が平面光導波路チ

ップ端面に沿って導波路形成領域上に配置され、該導波路形成領域上に前記上板が接着固定されており、前記平面光導波路チップ端面と前記上板の端面が一体的に研磨されている構成をもって課題を解決する手段としている。

#### 【0041】

また、第2の発明は、上記第1の発明の構成に加え、前記上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている導波路形成領域上に設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

#### 【0042】

さらに、第3の発明は、上記第1または第2の発明の構成に加え、前記上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続されない導波路形成領域上に設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

#### 【0043】

さらに、第4の発明は、上記第1または第2または第3の発明の構成に加え、前記上板は四角形状の平面光導波路チップの4つの角部にそれぞれ設けられている構成をもって課題を解決する手段としている。

#### 【0044】

さらに、第5の発明は、上記第1乃至第4のいずれか一つの発明の構成に加え、前記光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路である構成をもって課題を解決する手段としている。

#### 【0045】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略または簡略化する。

#### 【0046】

図1には、本発明に係る光モジュールの一実施形態例の要部構成が示されている。本実施形態例の光モジュールは、図1に示す構成を、例えば図2の(a)、(b)に示すようなパッケージ2内に収容して形成されている。また、パッケージ2内には、図示されていない温度調節機構が設けられており、必要に応じて平

面光導波路チップ 1 の温度をほぼ設定温度に保つように構成されている。

#### 【 0 0 4 7 】

図 1 に示すように、本実施形態例の光モジュールは、平面光導波路チップ 1 と、該平面光導波路チップ 1 に接続される光ファイバアレイ 2 1 とを有している。平面光導波路チップ 1 は、光導波路の回路としてのアレイ導波路回折格子の回路を備えた導波路形成領域 1 0 を有し、該導波路形成領域 1 0 をシリコンの基板 1 1 上に形成して成る。

#### 【 0 0 4 8 】

本実施形態例の特徴は、平面光導波路チップ 1 の少なくとも一端側に（ここでは両端側にそれぞれ）、複数の（ここでは 2 枚ずつ）上板 2 0 が平面光導波路チップ 1 の端面に沿って導波路形成領域 1 0 の上に配置され、該導波路形成領域 1 0 上に前記上板 2 0 が接着固定され、平面光導波路チップ 1 の端面と上板 2 0 の端面が一体的に研磨されていることである。

#### 【 0 0 4 9 】

本実施形態例の光モジュールは、4 つの上板 2 0 （2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d）を有しており、それぞれの上板 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d は四角形状の平面光導波路チップ 1 の 4 つの角部にそれぞれ設けられている。

#### 【 0 0 5 0 】

また、上板 2 0 a, 2 0 b は平面光導波路チップ 1 の光入力端側（図の左端側）の端面に互いに沿って間隔を介して設けられ、上板 2 0 c, 2 0 d は平面光導波路チップ 1 の光出力端側（図の右端側）の端面に互いに沿って間隔を介して設けられている。

#### 【 0 0 5 1 】

本実施形態例において、上記上板 2 0 の少なくとも一つ（ここでは上板 2 0 b, 2 0 d）は、光ファイバアレイ 2 1 が接続される光導波路が形成されている導波路形成領域 1 0 上に設けられている。つまり、上板 2 0 b がアレイ導波路回折格子の光入力導波路 1 2 の上に設けられており、上板 2 0 d がアレイ導波路回折格子の光出力導波路 1 6 の上に設けられている。

#### 【 0 0 5 2 】

これらの上板 2 0 b, 2 0 d の長さ  $L_b$ ,  $L_d$  は、いずれも 8 mm であり、上板 2 0 b は上記光入力導波路 1 2 の配設領域を覆い、上板 2 0 d は上記光出力導波路 1 6 の配設領域を覆っている。

#### 【0 0 5 3】

また、上板の少なくとも一つ（ここでは上板 2 0 a, 2 0 c）は、光ファイバアレイ 2 1 が接続されない導波路形成領域 1 0 上に設けられている。これらの上板 2 0 a, 2 0 c の長さ  $L_a$ ,  $L_c$  はそれぞれ 8 mm であり、上板 2 0 b, 2 0 d の長さ  $L_b$ ,  $L_d$  と同じ長さである。

#### 【0 0 5 4】

平面光導波路チップ 1 の端面と上板 2 0 の端面の一体研磨は、上板 2 0 を平面光導波路チップ 1 に接着固定した状態で、図 3 に示すように、チップ保持具 2 5 を用いて平面光導波路チップ 1 と上板 2 0 を保持して行った。なお、図 3 は、チップ保持具 2 5 に保持された平面光導波路チップ 1 と上板 2 0 を断面図により示す。

#### 【0 0 5 5】

本実施形態例では、上板 2 0 が平面光導波路チップ 1 の両端側において、それぞれ平面光導波路チップ 1 の端面に沿って 2 つずつ配置されているので、図 3 に示すように、平面光導波路チップ 1 の一端側を、チップ保持具 2 5 の基準面 2 8 とチップ固定用板 2 7 により上下から挟んで固定すると、平面光導波路チップ 1 がチップ保持具 2 5 に安定して保持される。

#### 【0 0 5 6】

そして、この状態で平面光導波路チップ 1 と上板 2 0 の端面が一体的に研磨されるため、この研磨時に平面光導波路チップ 1 の端面が欠けたり、平面光導波路チップ 1 が割れたりすることはなく、上記端面研磨を歩留まり良く行うことができる。

#### 【0 0 5 7】

また、本実施形態例は、上板 2 0 が平面光導波路チップ 1 の両端側において、それぞれ平面光導波路チップ 1 の両端部に互いに間隔を介して設けられているので、平面光導波路チップ 1 が反っても、この反りによって、平面光導波路チップ

1 と上板 2 0 との間に設けられる接着剤 1 7 の大きな厚みむらが生じることを抑制できる。

#### 【0 0 5 8】

つまり、上板 2 0 は、平面光導波路チップ 1 の反りに対応して平面光導波路チップ 1 に沿うことができるので、平面光導波路チップ 1 と上板 2 0 との間に設けられる接着剤 1 7 の厚みをほぼ均一に、かつ、薄くできる。その結果、図 5 の (a)、(b) に示すように、上板 2 0 の配設領域における上板 2 0 と平面光導波路チップ 1 の反り量は互いにほぼ等しくなる。

#### 【0 0 5 9】

図 5 の (a) は、図 4 の①のように、上板 2 0 の上側に設けた検出部（図示せず）によって上板 2 0 の反りを測定した結果を示し、図 5 の (b) は、図 4 の②のように、平面光導波路チップ 1 の下側に設けた検出部（図示せず）によって平面光導波路チップ 1 の反りを測定した結果を示す。

#### 【0 0 6 0】

そして、本実施形態例では、平面光導波路チップ 1 と上板 2 0 との間に設けられる接着剤 1 7 の厚みがほぼ均一で、かつ、薄いので、光モジュールの使用環境温度の変化に対して接着剤 1 7 が大きく伸縮して光モジュールの挿入損失が温度によって変化することは殆ど無く、例えば図 6 に示すように、光モジュールの使用環境温度が変化しても挿入損失変動がほとんど無い、信頼性の高い光モジュールを実現できる。

#### 【0 0 6 1】

図 6 の特性線 a ~ f は、アレイ導波路回折格子の回路において、光出力導波路 1 6 の出力部に上側から順にポート番号を付し（つまり、図 9 の矢印 S の方向に順に番号を付していき）、ポート番号 8 から出力される光の挿入損失を特性線 a に示し、順に、ポート番号 1 6, 2 4, 3 2, 4 0, 4 8 から出力される光の挿入損失を、それぞれ、特性線 b、c、d、e、f に示している。また、光モジュールの挿入損失は、環境温度を 2 0℃→7 0℃→0℃→2 0℃と変化させた時の値である。

#### 【0 0 6 2】



なお、本実施形態例においては、前記の如く、平面光導波路チップ 1 に温度調節機構を設けているが、温度調節機構は例えば平面光導波路チップ 1 の中央部に設けられており、温度調節機構から離れている平面光導波路チップ 1 の端部（平面光導波路チップ 1 と光ファイバアレイ 2 1 の界面）は環境温度の影響を多少受ける。

#### 【 0 0 6 3 】

しかしながら、本実施形態例において、平面光導波路チップ 1 と上板 2 0 との間に設けられる接着剤 1 7 の厚みがほぼ均一で、かつ、薄いので、平面光導波路チップ 1 の端部が光モジュールの使用環境温度の影響を多少受けても、その環境温度に応じて接着剤 1 7 が大きく伸縮することはなく、挿入損失変動がほとんど無い、信頼性の高い光モジュールを実現できる。

#### 【 0 0 6 4 】

さらに、本実施形態例の光モジュールは、平面光導波路チップ 1 の光導波路の回路をアレイ導波路回折格子の回路としたものであるから、上記のように光透過中心波長が変化することがなく、ほぼ設計通りの光透過中心波長で波長合分波を行える光モジュールを実現できる。

#### 【 0 0 6 5 】

なお、本発明は上記実施形態例に限定されることなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記実施形態例では、上板 2 0 は四角形状の平面光導波路チップ 1 の 4 つの角部にそれぞれ設けられていたが、上板 2 0 は、平面光導波路チップ 1 の少なくとも一端側に、平面光導波路チップ 1 の端面に沿って導波路形成領域上に複数配置すればよい。

#### 【 0 0 6 6 】

そして、複数の上板 2 0 を平面光導波路チップ 1 の端面に沿って配置することにより、平面光導波路チップ 1 の端面研磨時に平面光導波路チップ 1 がチップ保持具 2 5 に片当たり等せずに安定して押さえられるようにすればよい。

#### 【 0 0 6 7 】

例えば、図 7 に示すように、上板 2 0 を平面光導波路チップ 1 の一端側に配置し、両方の上板 2 0 をそれぞれ光ファイバアレイ 2 1 が接続される光導波路（こ

こでは光入力導波路 12 と光出力導波路 16) 上に設けてもよい。

#### 【0068】

さらに、上記実施形態例では、平面光導波路チップ 1 の一端側と他端側にそれぞれ、互いに間隔を介して 2 つずつ上板 20 を設けたが、平面光導波路チップ 1 の一端側と他端側の少なくとも一方に設けられる上板 20 は隙間無く配置してもよいし、その数を 3 つ以上としてもよい。

#### 【0069】

さらに、上記実施形態例では、平面光導波路チップ 1 の光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路としたが、光導波路の回路は必ずしもアレイ導波路回折格子の回路とするとは限らず、例えば図 8 に示したような光分岐導波路回路としてもよいし、その他の回路としてもよい。

#### 【0070】

さらに、パッケージ 2 の構成およびパッケージ 2 への平面光導波路チップ 1 の固定構造は、図 2 の (a)、(b) に示す構成に限定されるものではなく、適宜設定されるものである。

#### 【0071】

さらに、上記実施形態例では、平面光導波路チップ 1 は四角形状としたが、平面光導波路チップ 1 の形状も必ずしも四角形状とするとは限らず、平面光導波路チップ 1 の形状は適宜設定されるものである。

#### 【0072】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、平面光導波路チップの少なくとも一端側に、複数の上板を、平面光導波路チップ端面に沿って導波路形成領域上に配置して接着固定しているので、平面光導波路チップ端面と前記上板の端面を一体的に研磨するときに、平面光導波路チップを研磨用の治具に安定して保持することができ、研磨時に平面光導波路チップが欠けたり割れたりすることを抑制できる。

#### 【0073】

また、本発明によれば、上記のように、平面光導波路チップの少なくとも一端側に、複数の上板を、平面光導波路チップ端面に沿って導波路形成領域上に配置

して接着固定することにより、例えば光モジュールの使用時に平面光導波路チップが反っても、この反りによって、平面光導波路チップと上板との間に設けられる接着剤の大きな厚みむらが生じることを抑制でき、接着剤の厚みをほぼ均一とし、かつ、薄くできる。

#### 【0074】

したがって、本発明の光モジュールは、光モジュールの使用環境温度の変化に対して、上記平面光導波路チップと上板との間に設けた接着剤が大きく伸縮して光モジュールの挿入損失が温度によって変化することを抑制でき、光モジュールの使用環境温度が変化しても挿入損失変動が小さい、信頼性の高い光モジュールを実現できる。

#### 【0075】

さらに、本発明において、上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続される光導波路が形成されている導波路形成領域上に設けられている構成によれば、光ファイバアレイに配列されている光ファイバと平面光導波路チップの光導波路の接続部位の強度を的確に保ち、良好な接続状態を保つことができる。

#### 【0076】

さらに、本発明において、上板の少なくとも一つは、光ファイバアレイが接続されない導波路形成領域上に設けられている構成によれば、この上板の配置によって、例えば平面光導波路チップと上板を一体的に研磨するときに、平面光導波路チップと上板を研磨用治具に安定して保持することができる。

#### 【0077】

さらに、本発明において、上板は四角形状の平面光導波路チップの4つの角部にそれぞれ設けられている構成によれば、この上板の配置によって、例えば平面光導波路チップと上板を一体的に研磨するときに、平面光導波路チップと上板を研磨用治具に安定して保持することができるし、平面光導波路チップの反りによる挿入損失増加も抑制できる。

#### 【0078】

さらに、本発明において、光導波路の回路はアレイ導波路回折格子の回路とした構成によれば、アレイ導波路回折格子の回路が有する優れた光合分波特性を備

え、かつ、上記効果を奏する光モジュールを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る光モジュールの一実施形態例の平面光導波路チップ周辺構成を示す構成図である。

【図 2】

上記実施形態例の光モジュールの斜視図（a）と、この光モジュールの上部から内部を透かして見た図（b）である。

【図 3】

上記実施形態例の光モジュールにおける平面光導波路チップ端面研磨時の保持状態を示す説明図である。

【図 4】

上記実施形態例の光モジュールにおける平面光導波路チップと上板の反り測定方法を示す説明図である。

【図 5】

上記実施形態例の光モジュールにおける平面光導波路チップと上板の反り測定結果を示す説明図である。

【図 6】

上記実施形態例の光モジュールにおける温度変化に伴う挿入損失変動量を示すグラフである。

【図 7】

本発明に係る光モジュールの他の実施形態例に設けられる平面光導波路チップと上板の配置構成を平面図により模式的に示す説明図である。

【図 8】

1×8 光導波路回路を有する平面光導波路チップの例を示す説明図である。

【図 9】

アレイ導波路回折格子の回路を有する平面光導波路チップの例を示す説明図である。

【図 10】

従来の光モジュールの構成例を示す説明図である。

【図 1 1】

平面光導波路チップの反り状態を模式的に示す説明図である。

【図 1 2】

平面光導波路チップの反りに伴う平面光導波路チップと上板との間の接着剤厚みむらの説明図である。

【図 1 3】

従来の平面光導波路チップと上板の反り測定方法を示す説明図である。

【図 1 4】

従来の光モジュールにおける平面光導波路チップと上板の反り量の測定結果例を示す説明図である。

【図 1 5】

従来の光モジュールにおける温度変化に伴う挿入損失変動量を示すグラフである。

【図 1 6】

平面光導波路チップ端面の一端部にのみ上板を設けた構成例を示す説明図である。

【図 1 7】

従来の光モジュールまたは、図 1 6 に示した構成における平面光導波路チップ端面研磨時の保持状態を示す説明図である。

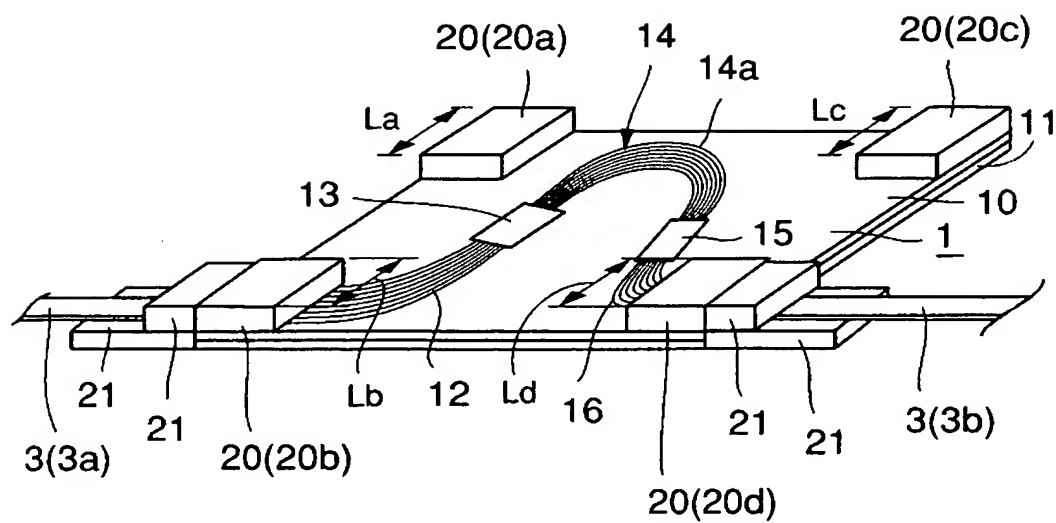
【符号の説明】

- 1 平面光導波路チップ
- 2 パッケージ
- 3 光ファイバ
- 1 0 導波路形成領域
- 1 1 基板
- 1 2 光入力導波路
- 1 3 第 1 のスラブ導波路
- 1 4 アレイ導波路

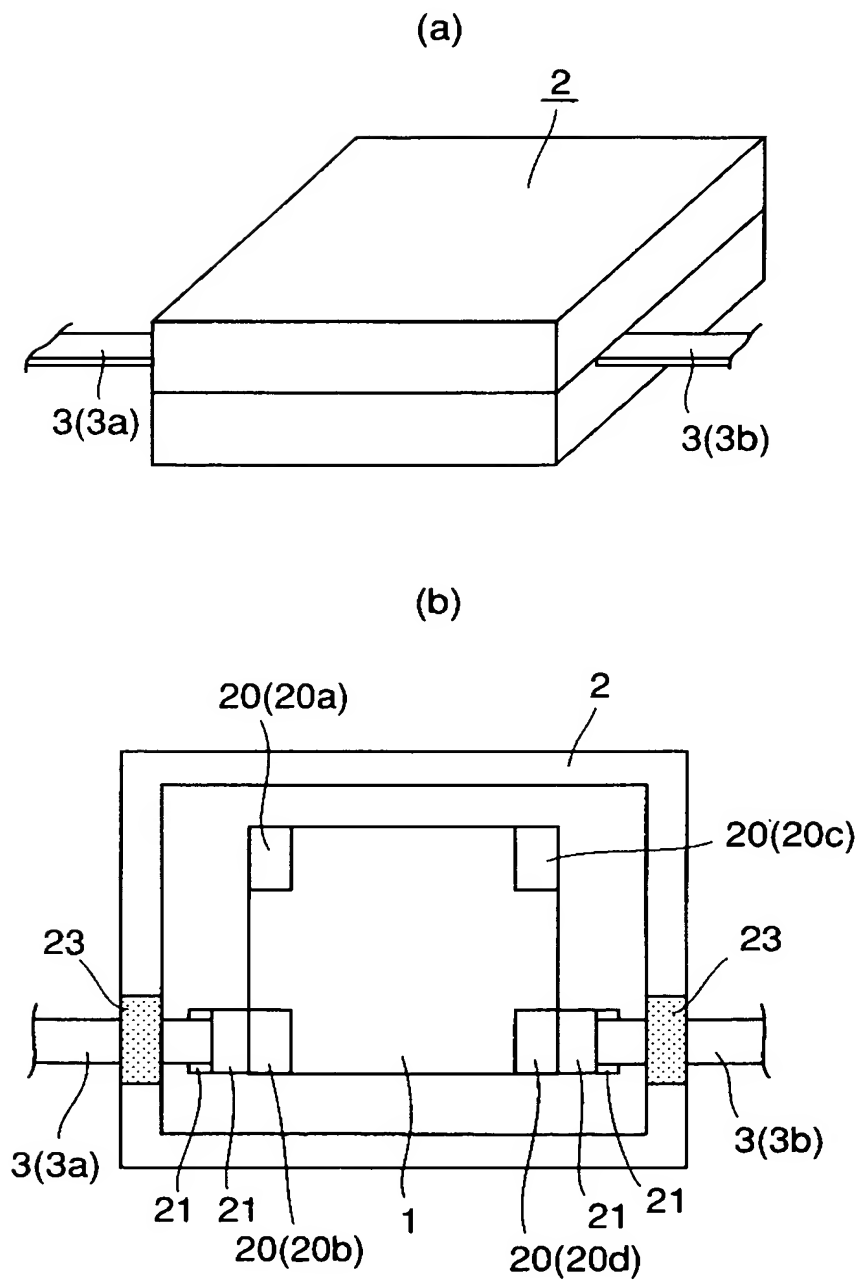
- 1 5 第 2 のスラブ導波路
- 1 6 光出力導波路
- 1 7 接着剤
- 2 0 上板
- 2 1 光ファイバアレイ

【書類名】 図面

【図 1】

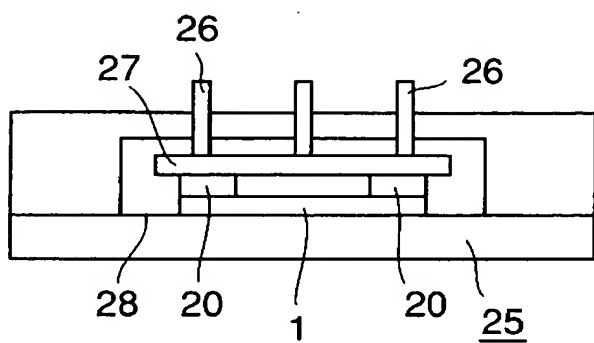


【図 2】

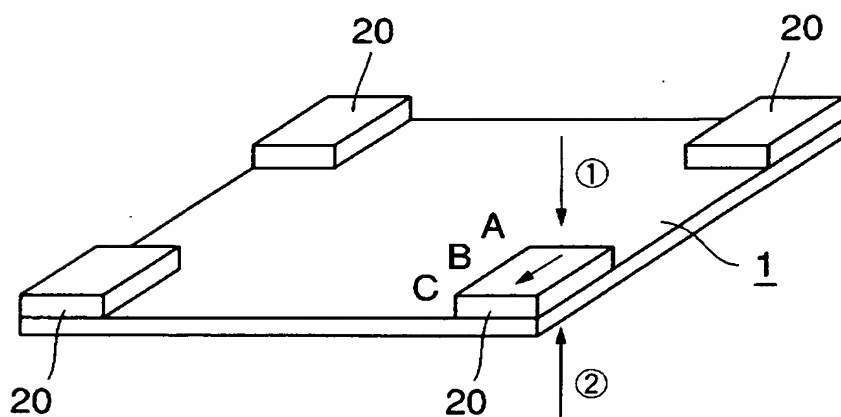




【図 3】

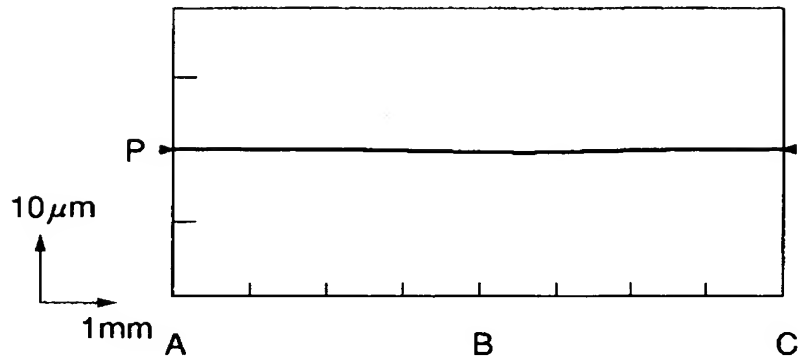


【図 4】

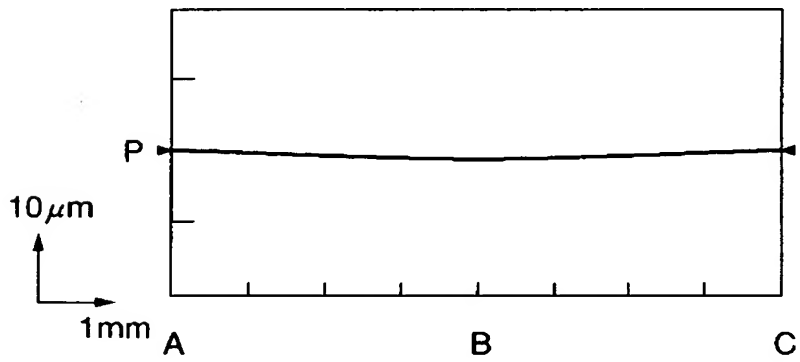


【図 5】

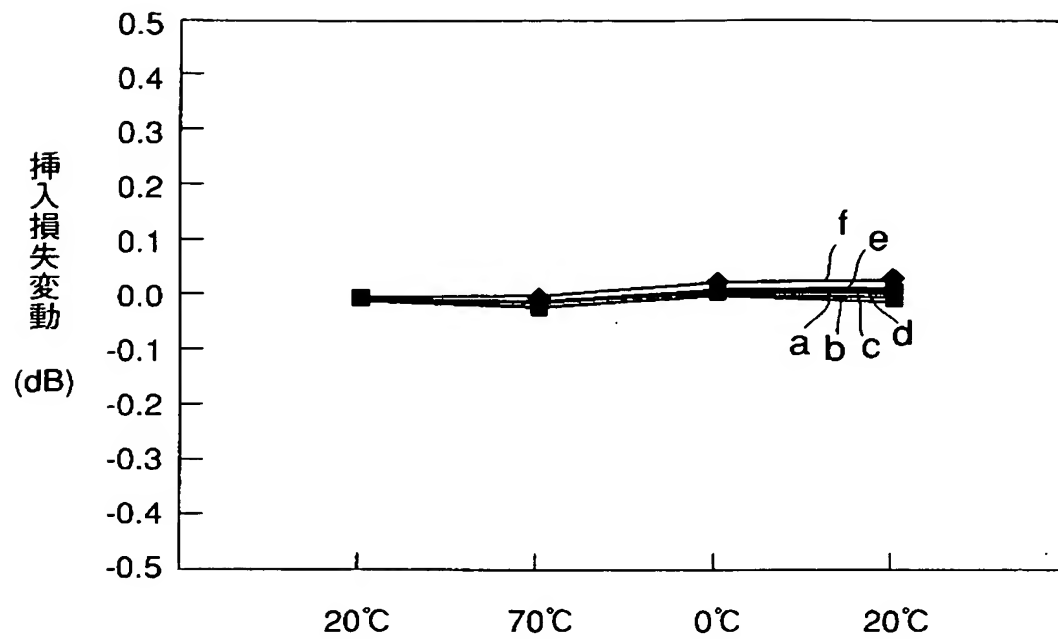
(a)



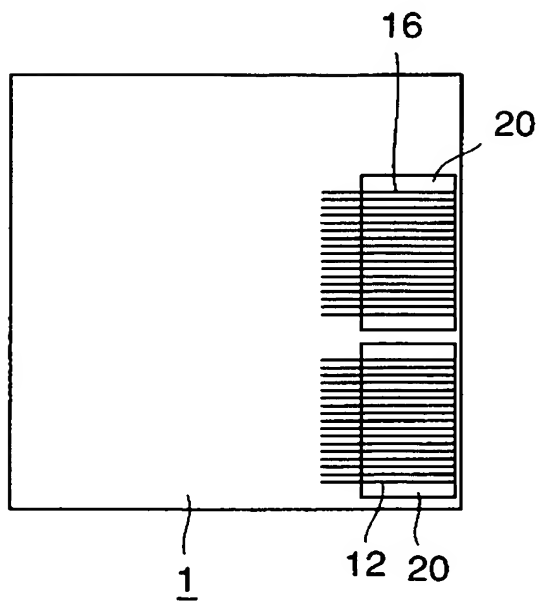
(b)



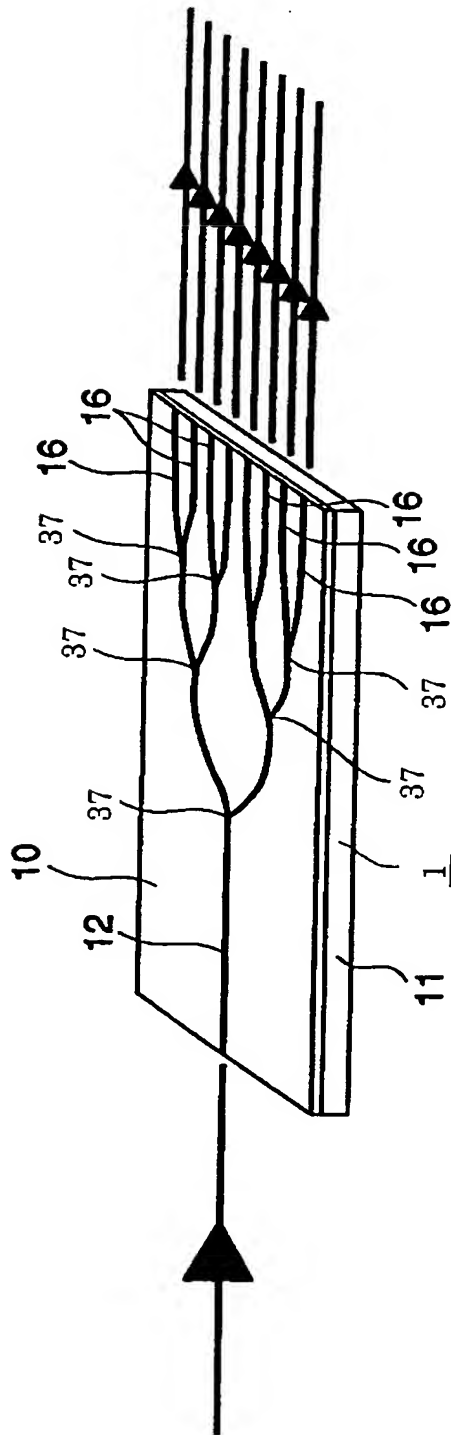
【図 6】



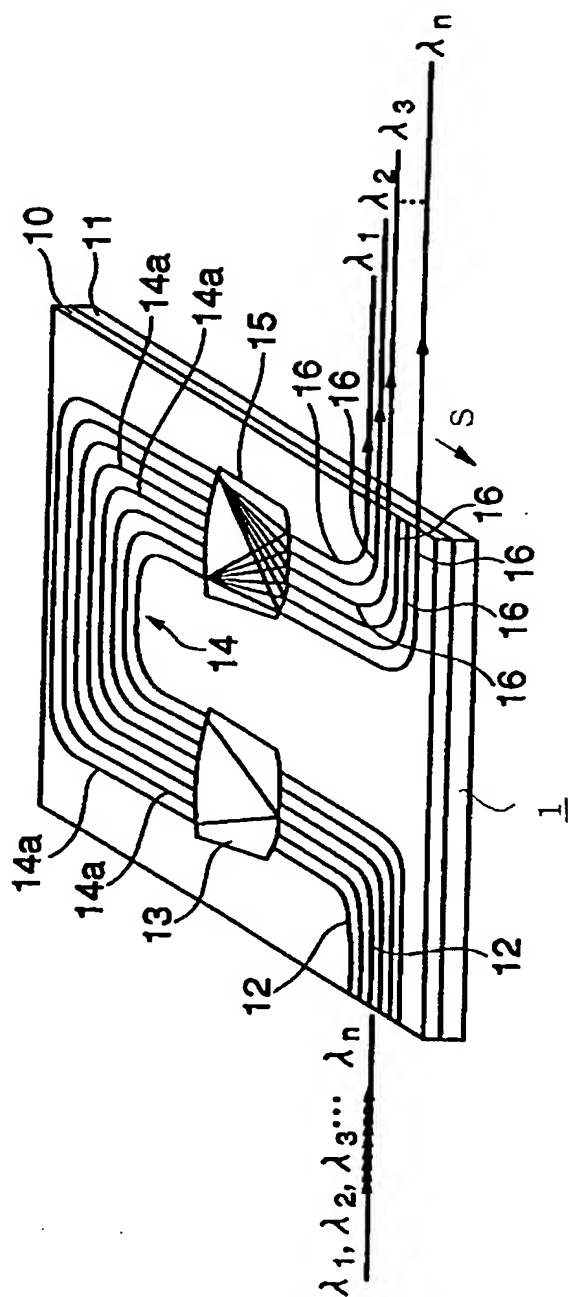
【図 7】



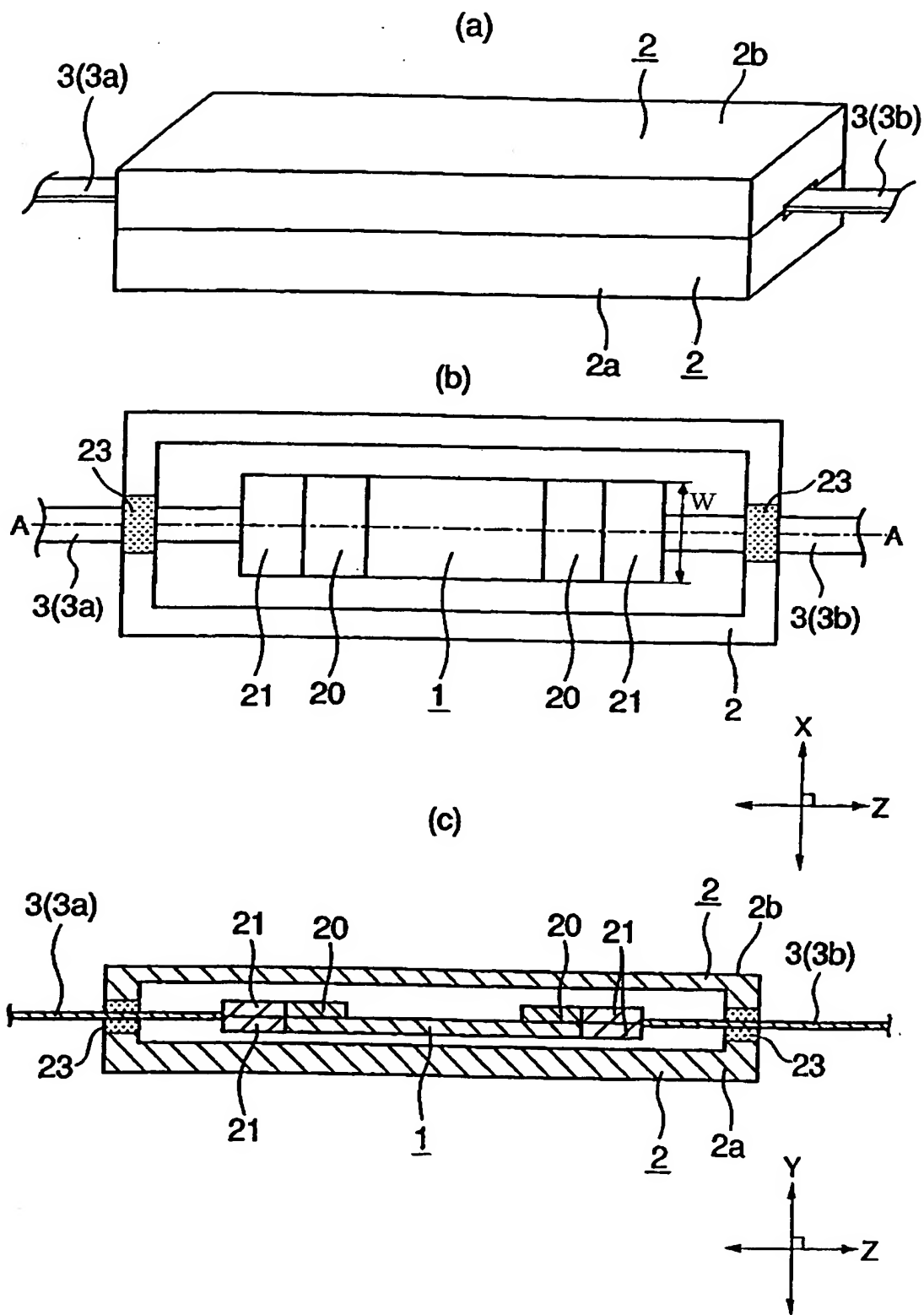
【図 8】



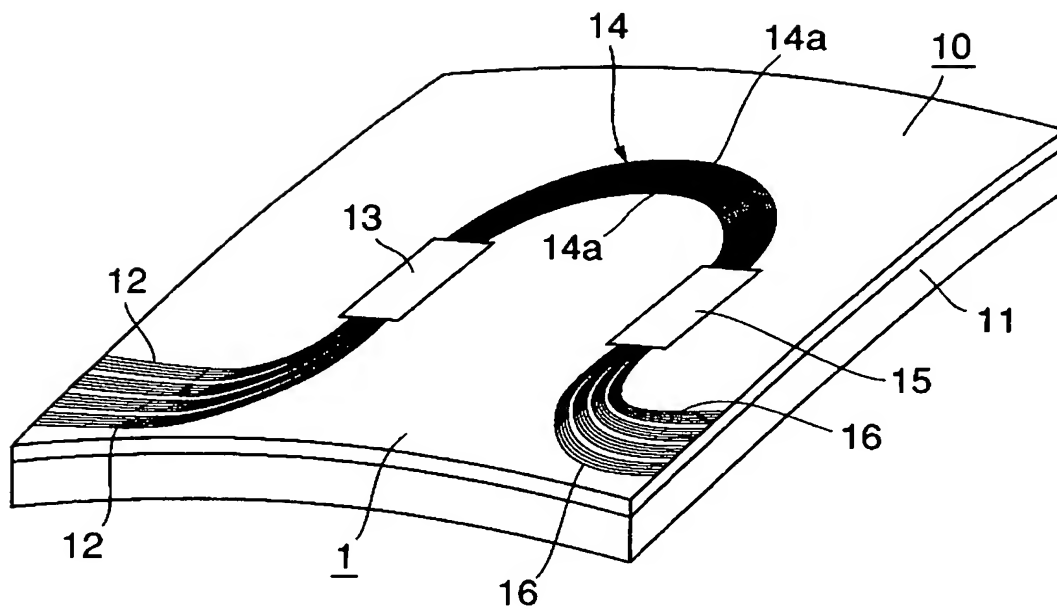
【図 9】



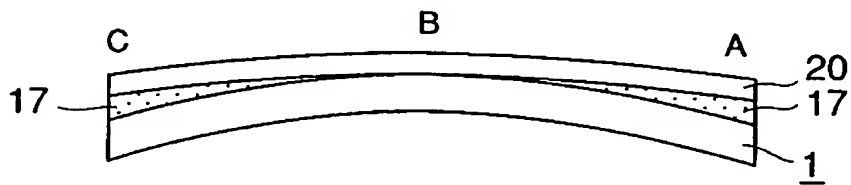
【図 10】



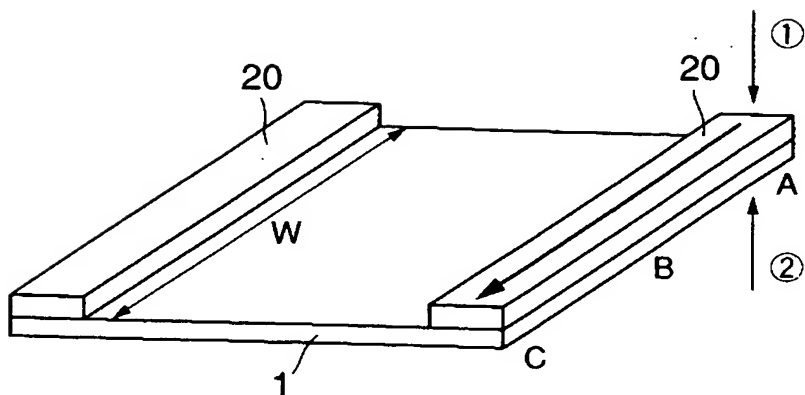
【図 1 1】



【図 1 2】

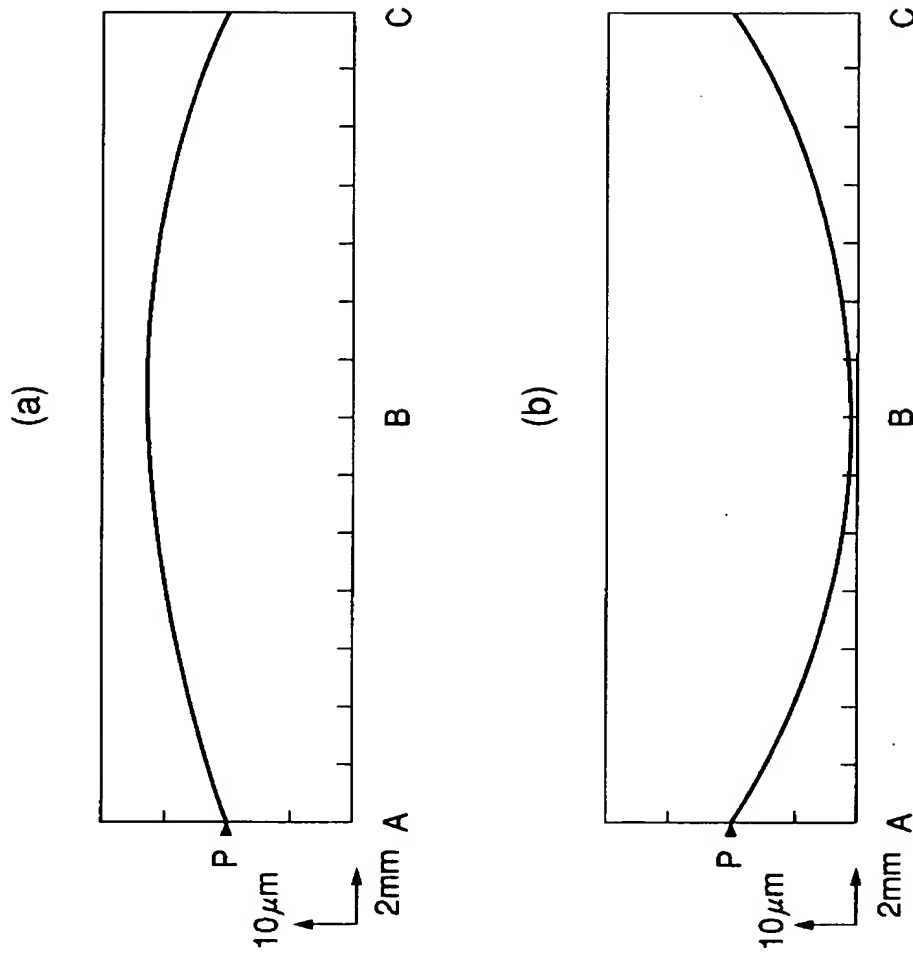


【図 1 3】

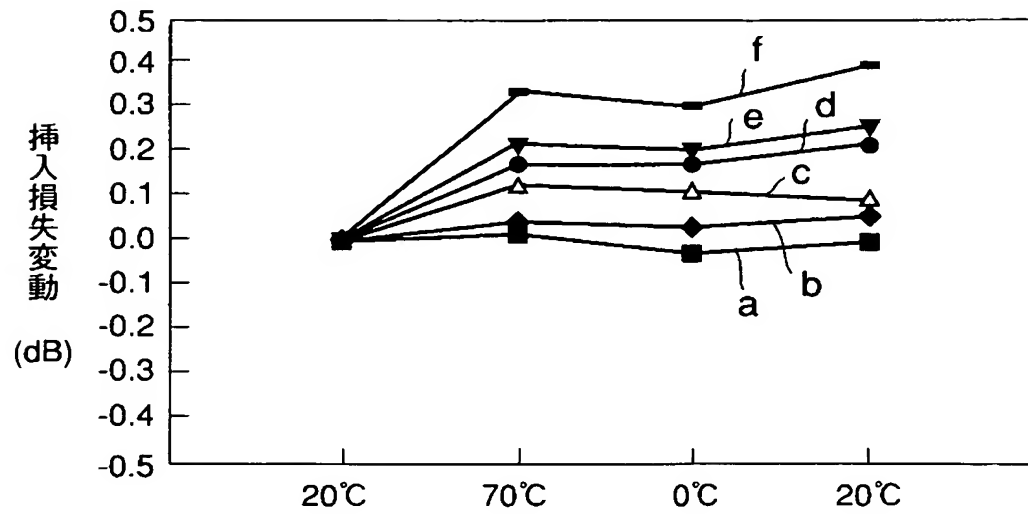




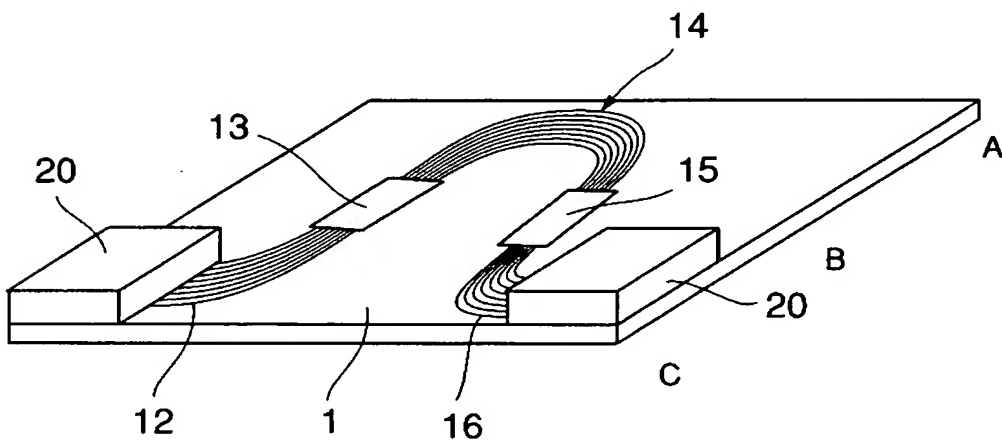
【図 14】



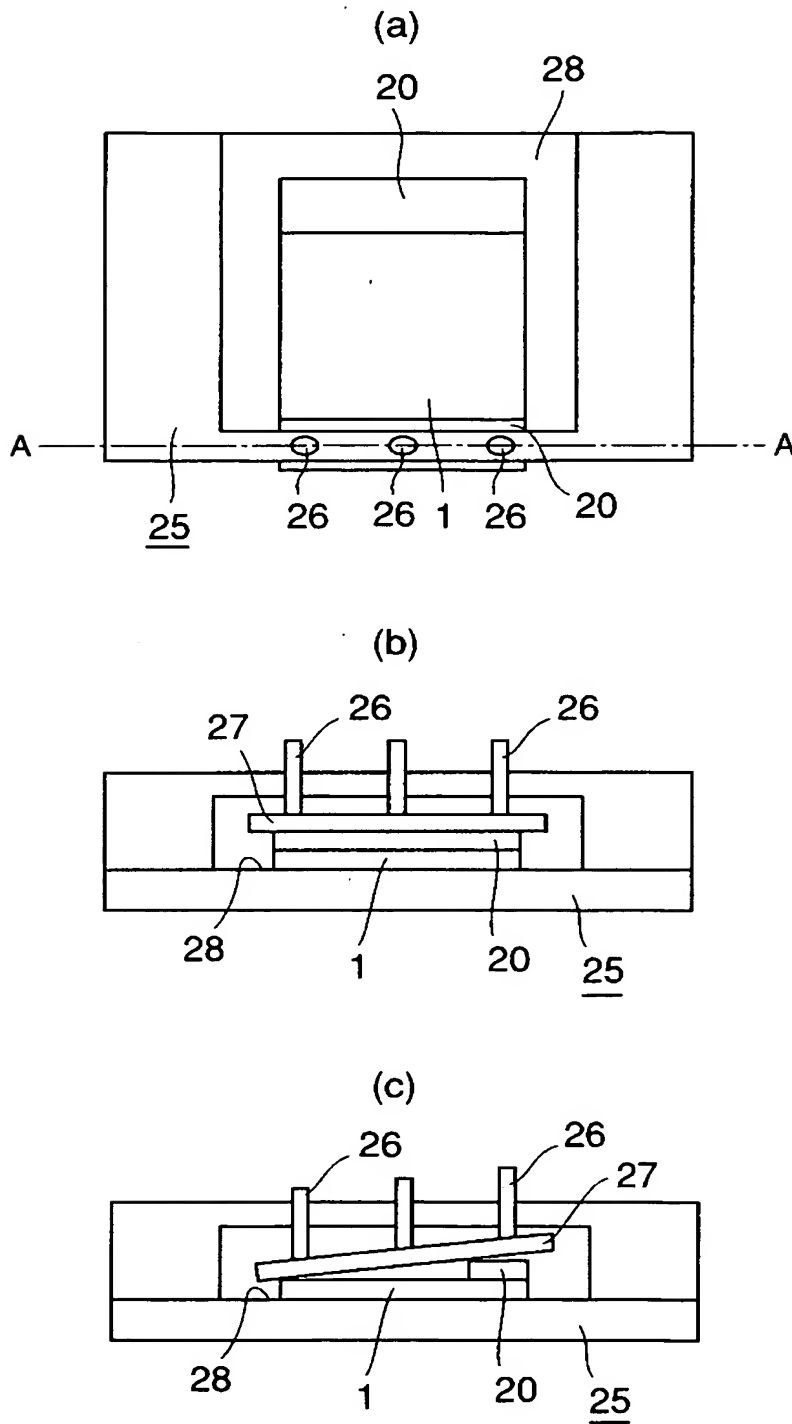
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 製造歩留まりが高く、温度による挿入損失変動が小さい光モジュールを提供する。

【解決手段】 パッケージ内に収容された平面光導波路チップ 1 と、該平面光導波路チップ 1 に接続される光ファイバアレイ 2 1 を設ける。平面光導波路チップ 1 は、基板 1 1 上に、光導波路の回路を備えた導波路形成領域 1 0 を設けて形成し、平面光導波路チップ 1 の少なくとも一端側に、複数の上板 2 0 を平面光導波路チップ 1 の端面に沿って導波路形成領域 1 0 上に配置する。導波路形成領域 1 0 上に上板 2 0 を接着固定し、平面光導波路チップ 1 の端面と上板 2 0 の端面を一体的に研磨する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 4 3 8 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 2 9 0 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番 1 号

氏 名

古河電気工業株式会社